



# Systematische naamgeving van organische moleculen in 4 vwo

Manon J.W. Ludden  
Bonhoeffer College Van der Waalslaan Enschede

**Begeleiders**

Dr. F. G. M. Coenders  
Dr. C.L. Poortman

MSEC - Scheikunde

**UNIVERSITY OF TWENTE**

## Inhoudsopgave

Samenvatting .....	- 2 -
Inleiding.....	- 2 -
Cyclus 1 .....	- 3 -
Stap 1: Probleemstelling .....	- 3 -
Stap 2: Hypothese .....	- 4 -
Methode .....	- 6 -
Stap 3: Data verzamelen .....	- 6 -
Stap 4: Controle kwaliteit verzamelde data .....	- 6 -
Stap 5: Data Analyse.....	- 6 -
Stap 6: Interpretatie en conclusie .....	- 8 -
Cyclus 2 .....	- 9 -
Stap 2: Vraagstelling.....	- 9 -
Methode .....	- 9 -
Stap 3: Data verzamelen .....	- 9 -
Stap 4: Controle kwaliteit verzamelde data .....	- 10 -
Stap 5: Data Analyse.....	- 10 -
Stap 6: Interpretatie en conclusie .....	- 14 -
Stap 7: Aanbevolen maatregelen .....	- 17 -
Stap 8: Evaluatie.....	- 18 -
Bronnen.....	- 19 -
Bijlage 1. Interviewvragen .....	- 22 -

## Samenvatting

Al jaren heerst binnen de sectie scheikunde op het Bonhoeffer College Van der Waalslaan te Enschede het gevoel dat leerlingen slecht scoren op het onderdeel systematische naamgeving, hetgeen aan het eind van periode 2 wordt getoetst. Binnen dit Onderzoek van Onderwijs (OvO) is, met behulp van de Data®team methode, gekeken naar dit probleem.

In eerste instantie is vastgesteld dat er inderdaad een probleem met betrekking tot het aantal leerlingen dat goed scoort op het onderdeel systematische naamgeving, het aantal leerlingen dat goed scoort, is te laag. Vervolgens is een hypothese opgesteld over de mogelijke oorzaak van het slechte scoren van de leerlingen. In de eerste cyclus is met behulp van kwantitatief onderzoek gekeken of er een relatie is tussen het resultaat behaald op het onderdeel systematische naamgeving en het gemiddelde cijfer voor de taalvakken die leerlingen aan het eind van periode 2 hebben. Er bleek een significant verschil in taalcijfers te zijn tussen leerlingen die slecht scoren op systematische naamgeving van organische moleculen en de leerlingen die goed scoren op systematische naamgeving van organische moleculen. Gebaseerd op dit gegeven, konden nog geen aanbevelingen worden gedaan om het onderzoek daadwerkelijk te verbeteren. Daarom is een tweede cyclus opgestart. Met behulp van kwalitatief onderzoek is vervolgens gekeken naar de mening van docenten en leerlingen over de methode, de lessen, hoeveelheid oefening en het digitale boek. Verwacht wordt, dat de oorzaak van het slechte scoren met een aantal oplossingen, zoals het structureel toepassen van assessment for learning en het innemen van de antwoordenboekjes, een behoorlijke verbetering te bewerkstelligd kan worden.

## Inleiding

Op havo en vwo kunnen leerlingen na leerjaar 3 kiezen voor het vak scheikunde dat in het “Natuur en Techniek” en het “Natuur en Gezondheid” profiel zit (Profielkeuze). Bij het vak scheikunde worden de leerlingen voorbereid op het gebruik van scheikunde in vervolgoopleidingen en er wordt gewerkt aan de natuurwetenschappelijke geletterdheid van leerlingen (Smith, 2011 & Katz, 1996). Aan de natuurwetenschappelijke geletterdheid wordt bijvoorbeeld gewerkt door het aanleren van nauwkeurig werken, rekenen met concentraties en doen leerlingen kennis op over algemene stoffen zoals schoonmaakmiddelen, kunststoffen en biomoleculen zoals DNA, eiwitten, vetten en koolhydraten (Chemie Overal). Tevens is scheikunde – de chemische industrie – economisch van belang (O’ Dwyer & Childs, 2011) . Denk daarbij aan bedrijven als Shell (Moerdijk), het industrieterrein Chemelot, Sabic en MSD.

Elk vak heeft zijn eigen taal. Zonder het machtig zijn van die taal, is het vak niet te begrijpen. Dit is ook het geval bij het vak scheikunde. Bij het vak scheikunde kan systematische naamgeving, in de breedste zin van het woord, worden gezien als onderdeel van de taal (Brecher, J., 1999). Zonder de basiskennis van de symbolen van de elementen bijvoorbeeld, is het opstellen van reactievergelijkingen niet mogelijk, dan zou men blijven hangen in het opstellen van reactieschema’s. Kennis van de elementen is ook nodig om de systematische naamgeving van moleculen te kunnen begrijpen en toepassen. Als een leerling immers niet weet dat het symbool “C” voor het element koolstof staat, en het symbool “H” voor het element waterstof, dan is de leerling ook niet in staat om te begrijpen wat “koolwaterstoffen” zijn.

Het onderdeel “Systematische naamgeving van organische moleculen” zorgt ervoor dat leerlingen leren dat complexere organische moleculen eenduidig kunnen worden weergegeven. Bij het onderdeel systematische naamgeving van organische moleculen, leren leerlingen op een gestructureerde manier de internationaal geldende regels voor het opstellen van de naam van een structuurformule, en het tekenen van de structuurformule op basis van alleen de systematische naam toe te passen.

Indien een leerling de systematische naamgeving niet machtig is, blijft het noodzakelijk om moleculen te tekenen om duidelijk te maken welk molecuul er bedoeld wordt. Hoewel dit voordelen kan hebben in het geval duidelijk moet worden gemaakt welke atomen meedoen in een reactie, is de

kans dat er fouten worden gemaakt behoorlijk groot. Het is daarom noodzakelijk dat de leerlingen de basisbeginselen van de systematische naamgeving goed beheersen.

Op het Bonhoeffer College Van der Waalslaan, zijn in 4 vwo per schooljaar drie scheikunde clusters. In deze 4 vwo klassen wordt jaarlijks een toets, in Programma van Toetsing en Afsluiting (PTA)-week 2 (PTA-boekje, 4 vwo 2015-2016) afgenomen met betrekking tot de hoofdstukken 3 en 6 uit Chemie Overall. Hoofdstuk 3 behelst het rekenen met de mol en met molaire volumes, in hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de systematische naamgeving van organische moleculen (Chemie Overall 4 vwo).

De drie docenten die deze toets al jaren afnemen hebben het gevoel dat elk jaar opnieuw een te groot aantal leerlingen slecht scoort op het onderwerp systematische naamgeving van organische moleculen. In 5 vwo echter, wordt het onderwerp systematische naamgeving verder uitgediept. Dat betekent, dat in 5 vwo systematische naamgeving complexer wordt, en weer getoetst wordt. Tevens wordt er dan een overhoring gemaakt dat, net als de PTA-toetsen, meetelt voor het examendossier. Het is daarom van belang, dat de leerlingen al in de vierde klas een solide basis hebben met betrekking tot systematische naamgeving.

Met behulp van de data®team methode (Schildkamp, Handelzalts, Poortman, Leusink, Meerdink, Smit, Ebbeler & Hubers 2014) is dit probleem op een heel systematische manier geanalyseerd. Dat betekent dat er niet direct een oplossing voor een probleem wordt ingezet, maar dat eerst nauwkeurig wordt gekeken of er überhaupt wel een probleem is, en of dat ook het probleem is waarvan gedacht werd dat het er is, en er wordt op basis van kwalitatieve of kwantitatieve data naar het probleem gekeken. Binnen de data®team methode worden één of meer cycli van maximaal 8 stappen gezet. Een cyclus begint altijd met het definiëren van het probleem, gevolgd door het opstellen van hypothesen, het verzamelen van data, controle op de kwaliteit van de verzamelde data, data-analyse, interpretatie en conclusie, het nemen van maatregelen, en tot slot het evalueren van de genomen maatregelen.

## Cyclus 1

### Stap 1: Probleemstelling

Om te onderzoeken of er daadwerkelijk een probleem is met betrekking tot systematische naamgeving in 4 vwo, of dat dit slechts een gevoel is, is gekeken naar het aantal leerlingen dat slecht scoort per cohort op dit onderdeel.

Voordat er is gekeken naar het aantal leerlingen dat slecht scoort, is gedefinieerd wat “slecht scoren” is op het onderdeel naamgeving, en hoe groot het percentage leerlingen mag zijn dat slecht scoort. Uit gesprekken met de sectieleider van de sectie scheikunde is gebleken dat schoolbreed de afspraak geldt, dat een percentage leerlingen dat slecht scoort, hoger dan 15% per klas, te groot is. Om te bepalen of een leerling slecht scoort op het onderwerp naamgeving op het PTA, is gekeken naar het totaal aantal punten dat te verdienen was op dit onderdeel bij elk PTA. In tabel 1 wordt weergegeven wat de definitie van slecht scoren is per cohort. Vermeld moet worden dat het PTA dat door cohort 2013-2014 en 2015-2016 is gemaakt, dezelfde is. Cohort 2014-2015 heeft een ander PTA gemaakt.

Tabel 1 Definiëren van “slecht” scoren op het onderdeel systematische naamgeving.

Cohort	Totaal aantal punten	Punten systematische naamgeving	Slecht gescoord indien minder punten behaald dan
2013-2014	64	22	12
2014-2015	54	21	11
2015-2016	64	22	12

De normering waarop is gebaseerd dat een leerling teveel fouten maakt is de volgende:

$$\frac{\text{aantal punten}}{\text{totaal aantal punten}} \times 100\% < 55\%$$

Dat betekent dat een leerling die minder dan 55 % van het aantal te bepalen punten op het onderdeel systematische naamgeving haalt wordt beschouwd als een leerling die slecht scoort. Na deze constatering is in de toetsen gekeken naar het percentage slecht scorende leerlingen in elk cohort (zie Tabel 2). Om tot het percentage slecht scorende leerlingen per cohort te komen is een vergelijkbare formule gebruikt:

$$\frac{\text{slecht scorende leerlingen}}{\text{aantal toetsdeelnemers}} 100\% = x\%$$

Tabel 2 Percentage slecht scorende leerlingen per cohort.

Cohort	Cluster	Slecht scorende leerlingen per cluster (percentage)	Docent	Slecht scorende leerlingen cohort (%)
2013-2014	1	16 (67%)	1	58
	2	7 (30%)	2	
	3	15 (79%)	3	
2014-2015	1	9 (41%)	1	23
	2	3 (10%) <sup>1</sup>	2	
	3	6 (21%)	3	
2015-2016	1	11 (38%)	1	36
	2	5 (23%)	2	
	3	13 (48%)	4	

Uit deze eerste ruwe data kan dus geconcludeerd worden dat er in elk geval in de drie onderzochte, recente, cohorten sprake is van een probleem met betrekking tot systematische naamgeving. De definitieve probleemstelling luidt derhalve als volgt:

“We zijn ontevreden met de resultaten die in 4 vwo worden behaald op het onderdeel systematische naamgeving van organische moleculen, omdat meer dan 15% van de leerlingen per cohort slecht scoort op dit onderdeel tijdens het PTA, te weten 58% in cohort 2013-2014, 23% in cohort 2014-2015 en 36% in cohort 2015-2016. We willen bereiken, dat binnen 3 jaar minder dan 15% van de leerlingen slecht scoort op het onderdeel systematische naamgeving in 4 vwo. De tussendoelen die daarbij gesteld worden zijn: minder dan 30% slecht scorende leerlingen in cohort 2016-2017, minder dan 20% slecht scorende leerlingen in cohort 2017-2018 en minder dan 15% slecht scorende leerlingen vanaf cohort 2018-2019.”

## Stap 2: Hypothese

Organische- en anorganische systematische naamgeving kunnen worden beschouwd als de taal van de scheikunde. Zonder systematische naamgeving is het niet mogelijk om verbindingen op eenduidige en begrijpelijke wijze te benoemen. Met systematische naamgeving van organische moleculen wordt derhalve al begonnen in 4 vwo. Organische systematische naamgeving is systematisch, gebaseerd op regels, met specifieke syntaxis en semantiek (Brecher, 1999).

<sup>1</sup> Hoewel het aantal leerlingen dat slecht scoort in deze klas lager is dan 15% wordt er toch verder gegaan met dit probleem, omdat er in de overige onderzochte 8 klassen in de drie cohorten wel ruimschoots teveel slecht scorende leerlingen zijn.

In de literatuur zijn verschillende voorbeelden te vinden van de wijze waarop dit onderwerp aan eerste- en tweedejaars studenten op hogeschool en universiteit wordt onderwezen. Deze methodes zijn allemaal gebaseerd op twee pijlers. Eén pijler berust op web-based applicaties waarbij studenten na het invoeren van het antwoord direct geconfronteerd worden met het goede antwoord (Flynn, 2014). De andere pijler die veelvuldig voorkomt in de literatuur is het in spelvorm aanleren van de verschillende karakteristieke groepen, zoals bijvoorbeeld beschreven in Moreira (2013). Deze pijlers zijn beide gebaseerd op het veelvuldig in aanraking komen met de verschillende karakteristieke groepen en hun naam, en op het direct corrigeren van fouten die leerlingen maken. Leerlingen die goed zijn in talen, zoals Nederlands, Engels, Frans, Duits, Grieks en Latijn doorzien de structuur van een taal en kunnen het idioom snel tot zich nemen. Het onderwijzen van een tweede taal kan via verschillende methodes plaatsvinden, te weten de structurele methode, de functionele methode, en de interactieve methode. In al deze methodes vinden in elk geval de volgende stappen plaats (Richards & Rogers, 2014):

1. Idioom tot zich nemen;
2. Syntax presenteren;
3. Syntax in combinatie met idioom oefenen in een gestandaardiseerde omgeving;
4. Toepassen van het geleerde in een "vrije situatie".

Het is gebleken dat alleen het aanleren van woorden en syntax niet voldoende zijn om een taal te beheersen. De taal moet gebruikt én gecorrigeerd worden daar waar nodig, om een voldoende beheersingsniveau te krijgen (Ellis, 2002).

Als men het aanleren van een tweede taal vergelijkt met het aanleren van de taal der scheikunde, in dit geval organische systematische naamgeving, dan kan het aanleren van de woorden worden vergeleken met het aanleren van de karakteristieke groepen. De grammatica van een taal kan worden vergeleken met de plek waar de verschillende karakteristieke groepen en hun plaatsnummer in de uiteindelijke systematische naam worden geplaatst. De successen van de eerder genoemde methodes bij het aanleren van systematische naamgeving, zijn gebaseerd op het veelvuldig gebruik van de karakteristieke groepen, en de directe correctie. Dit zijn ook in het aanleren van een tweede taal twee cruciale punten.

Het leren van een taal, en dus van systematische naamgeving, lijkt een eenvoudig proces, en dat is het ook voor talige leerlingen, die dit bijna automatisch doen. Voor leerlingen die een dergelijk stappenplan niet beheersen, of moeite hebben met één van de beschreven stappen, is het bij lange na niet eenvoudig. Ook de motivatie van de leerling speelt hierbij een rol (Boekaerts, 2007). De aanname hier is dat een leerling die gemotiveerd is om een taal te leren, ook plezier zal hebben in, en derhalve intrinsiek gemotiveerd zijn voor, het leren van de taal der scheikunde.

Op dit moment mogen leerlingen op het Bonhoeffer College BiNaS gebruiken bij de toetsen die betrekking hebben op systematische naamgeving. In BiNaS staan de regels met betrekking tot de systematische naamgeving (de grammatica) en de karakteristieke groepen (woorden) uitgebreid beschreven. Als leerlingen echter volledig op BiNaS vertrouwen, wordt een cruciale stap in de beheersing van systematische naamgeving overgeslagen, namelijk het veelvuldig in contact komen met de groepen. Het argument daarover is het bekende "Maar het staat toch in BiNaS, we kunnen het opzoeken!". Leerlingen die taalgevoel hebben, zullen grammaticaregels snel oppikken, en woordjes relatief snel uit hun hoofd kunnen leren. Ze zullen ook de regels met betrekking tot systematische naamgeving en het herkennen van de verschillende karakteristieke groepen snel oppikken. Niet talige leerlingen zullen daar waarschijnlijk veel meer moeite mee hebben.

Samenvattend: systematische naamgeving kan worden opgevat als een taal. Niet alle leerlingen zijn even talig ingesteld en derhalve gemotiveerd om een taal te leren, en niet alle docenten zijn "zomaar" in staat een taal te onderwijzen. Vandaar de verkennende hypothese:

"De leerlingen die slecht scoren op systematische naamgeving zijn significant slechter in talen dan leerlingen die goed scoren op systematische naamgeving. Wat betreft significant slechter zijn in talen gaat het om het gemiddelde cijfer voor alle taalvakken aan het einde van toetsperiode 2 in 4 vwo. Hierbij worden alle taalvakken die een leerling volgt meegenomen."

## Methode

### Stap 3: Data verzamelen

Om de hypothese geformuleerd in stap 2 te kunnen controleren zal van alle leerlingen worden gekeken naar het niet afgeronde gemiddelde cijfer dat een leerling voor alle taalvakken die hij/zij volgt aan het einde van toetsperiode 2. In het leerlingvolgsysteem is niet voldoende gestructureerd vastgelegd uit welke onderdelen het cijfer bij taalvakken is opgebouwd, dat wil zeggen grammatica, literatuurgeschiedenis, leestoets, luistertoets etc. Daarom is uitgegaan van de totaal cijfers bij de taalvakken.

Indien de cohorten vergelijkbaar zijn, zullen de cohorten samengevoegd worden, en zal met behulp van een t-toets worden gekeken of er een significant verschil in cijfers is voor taalvakken tussen de leerlingen die goed scoren op systematische naamgeving van organische moleculen, in vergelijking tot de leerlingen die slecht scoren op het gebied van systematische naamgeving van organische moleculen. Voor deze statistische analyse zal gebruik worden gemaakt van Microsoft Excel 2016.

### Stap 4: Controle kwaliteit verzamelde data

#### Betrouwbaarheid

De data van 3 cohorten is verzameld. Elk cohort bestaat uit ongeveer 80 leerlingen. De gegevens met betrekking tot resultaat op systematische naamgeving op PTA-toets 2, en taalvakken in het algemeen op het tweede rapport in 4 vwo van alle leerlingen uit de cohorten kon worden achterhaald. In één van de cohorten is een klas die beter heeft gescoord dan de 15% slecht scorende leerlingen. In deze klas scoorde slechts 10% van de leerlingen slecht. Toch is deze klas meegenomen in alle berekeningen, omdat de overige klassen in alle cohorten samen wel slecht scoren. De betrouwbaarheid van de data wordt derhalve toch als voldoende beschouwd.

#### Validiteit

De gebruikte data is afkomstig uit de drie meest recente cohorten, inclusief huidig cohort. Er is gekeken naar het gemiddelde van alle taalvakken aan het eind van periode 2 in 4 vwo van elke leerling is vergeleken met het behaalde resultaat op het onderdeel systematische naamgeving. Dit sluit aan bij de geformuleerde hypothese. Ondanks het punt met betrekking tot de klas die beter scoorde dan de rest, zoals vermeld bij de betrouwbaarheid van de data, wordt de validiteit van de data als voldoende beoordeeld.

### Stap 5: Data Analyse

#### Beschrijvende data-analyse

Als de data van de drie cohorten wordt vergeleken, dan valt direct op dat het onderdeel systematische naamgeving in cohort 2014-2015 beter is gemaakt dan in de cohorten 2013-2014 en 2015-2016, zoals ook al te zien is in tabel 1. In alle cohorten is het verschil tussen de leerlingen op het oog groot. In het cohort 2014-2015 is één klas waarin minder dan 15% slecht scorende leerlingen is. Als de data uit dat cohort echter wordt gemiddeld, scoort ook dat cohort niet goed, zie ook de voetnoot en de opmerking bij Tabel 2. Daarom zijn alle cohorten samengevoegd. Aangezien niet in elk cohort evenveel punten behaald konden worden, zijn niet de punten per leerling, maar het *percentage* van het aantal mogelijk te behalen punten per leerling meegenomen.

#### Data samenvatten

De leerlingen van de drie opeenvolgende cohorten zijn samengenomen zoals in de beschrijvende data analyse vermeld. Van deze groep is gekeken naar de volgende statistische gegevens met betrekking tot het aantal punten behaald op systematische naamgeving en op het gemiddelde taalcijfer aan het eind van periode 2. Gemiddelde, standaard deviatie, de modus, de mediaan en minimum-maximum zijn berekend. In tabel 3 staan deze gegevens uitgesplitst weergegeven.

Tabel 3 Gegevens van de drie cohorten samen, uitgesplitst op systematische naamgeving en gemiddelde cijfer voor alle taalvakken aan het eind van periode 2.

Data	Onderdeel	Systematische naamgeving [% gescoorde punten]	Taal [behaalde cijfer]
<b>Gemiddelde ± standaarddeviatie</b>		58% ± 20,9%	6,3 ± 0,8
<b>Modus</b>		63,6%	6,5
<b>Mediaan</b>		60,5%	6,3
<b>Minimaal-maximaal aantal gescoorde punten/cijfers</b>		0-100%	4,4-8,4

De gegevens in Tabel 3 zijn gebaseerd op alle leerlingen uit de drie cohorten samen, en zijn nog niet uitgesplitst naar leerlingen die goed scoren op systematische naamgeving en leerlingen die slecht scoren op systematische naamgeving. Vervolgens zijn de leerlingen in twee groepen verdeeld. In een groep die goed scoort en een groep die slecht scoort op naamgeving. Er is geen groep gemaakt met leerlingen die rond het kritieke punt scoort (zie tabel 1). Deze twee groepen zijn vergeleken met betrekking tot het behaalde gemiddelde taalcijfer aan het eind van periode 2. In tabel 4 staat deze data weergegeven. Omdat het aantal punten dat voor het onderdeel systematische naamgeving gescoord kon worden niet bij elke toets gelijk is, is het aantal punten dat alle leerlingen hebben gescoord omgezet naar een percentage. Dit percentage is per leerling berekend, en vervolgens zijn over de percentages de statistische gegevens zoals te zien in tabel 4 berekend. Het percentage per leerling is als volgt berekend:

$$\frac{\text{aantal behaalde punten}}{\text{totaal te behalen punten}} 100\% = x\%$$

Vervolgens zijn de percentages van alle leerlingen over alle cohorten gemiddeld.

Tabel 4 Statistische gegevens uitgesplitst naar groep die goed scoort op naamgeving en de groep die slecht scoort op naamgeving.

Data	Goed in naamgeving (groep 1) [% gescoorde punten]	Gemiddelde Taalcijfer eind periode 2 (groep 1) [behaalde cijfer]	Slecht in naamgeving (groep 2) [% gescoorde punten]	Gemiddelde Taalcijfer eind periode 2 (groep 2) [behaalde cijfer]
<b>Gemiddelde ± standaarddeviatie</b>	71,4% ± 12,0%	6,5 ± 0,8	35,7% ± 11,1%	6,0 ± 0,7
<b>Modus</b>	63,6%	6,5	40,9%	6,2
<b>Mediaan</b>	68,2%	6,5	36,4%	6,0
<b>Minimaal-maximaal aantal behaalde punten</b>	52,4-100%	4,7-8,4	0-50%	4,4-7,4

#### Statistische data-analyse

Op basis van bovenstaande gegevens is een ongepaarde t-toets uitgevoerd, in Microsoft Excel 2016, op de data van de taalcijfers van alle cohorten samen. Daarbij is de groep die goed scoort op systematische naamgeving vergeleken met de groep die niet goed scoort op het onderdeel systematische naamgeving voor wat betreft hun gemiddelde cijfer op taalvakken aan het eind van periode 2 in 4 vwo. Bij de t-toets in Excel is de aanname gedaan dat er geen verschil is tussen beide groepen, en  $\alpha$  is ingesteld op 0,05.



Tabel 5 t-toets: twee steekproeven met ongelijke varianties. Variabele 1 = groep 1, Variabele 2 = groep 2.

	Variabele 1	Variabele 2
Gemiddelde	6,535460993	5,958823529
Variantie	0,64501925	0,481260504
Waarnemingen	141	85
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0	
Vrijheidsgraden	197	
T- statistische gegevens	5,699375352	
P(T<=t) eenzijdig	2,16936E-08	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1,652625219	
P(T<=t) tweezijdig	4,33873E-08	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	1,972079034	

In tabel 5 worden de resultaten van de t-toets weergegeven. Hieruit blijkt dat de kans dat we het verschil tussen de taalcijfers van leerlingen die goed scoren op systematische naamgeving en leerlingen die slecht scoren op systematische naamgeving zouden vinden, terwijl er in werkelijkheid geen verschil is,  $2,2 \times 10^{-8}$  bedraagt. Dat komt overeen met  $2,2 \times 10^{-6} \%$ .

## Stap 6: Interpretatie en conclusie

De hypothese waarmee deze cyclus is begonnen is de volgende:

“De leerlingen die slecht scoren op systematische naamgeving zijn significant slechter in talen dan leerlingen die goed scoren op systematische naamgeving. Wat betreft significant slechter zijn in talen gaat het om het gemiddelde cijfer voor alle taalvakken aan het einde van toetsperiode 2 in 4 vwo. Hierbij worden alle taalvakken die een leerling volgt meegenomen.”

Uit de uitgevoerde data-analyse is gebleken dat leerlingen die goed scoren bij systematische naamgeving ook beter scoren bij taalvakken. Opvallend is dat de bandbreedte voor het aantal punten bij systematische naamgeving veel groter is dan de bandbreedte bij de cijfers voor taalvakken. Waarschijnlijk wordt dit verschil veroorzaakt doordat bij het onderdeel systematische naamgeving maar één onderdeel getoetst wordt, terwijl bij de talen meerdere onderdelen worden getoetst. Het taalcijfer is bijvoorbeeld opgebouwd componenten, zoals literaturofficer, grammatica, leestoetsen en luistertoetsen. Een leerling heeft daardoor de mogelijkheid een zwakke kant te compenseren met een onderdeel waar hij beter in is.

Gebleken is, dat leerlingen die slecht scoren bij systematische naamgeving ongeveer een 0,5 punt lager scoren voor taalvakken dan leerlingen die goed scoren bij systematische naamgeving. Om te kunnen bepalen of dit verschil significant is of niet, moet de data verder worden onderzocht met behulp van statistische analyses. Deze statistische analyse staat weergegeven onder Stap 5.

Uit de statistische data-analyse is gebleken dat het verschil tussen de twee groepen significant is. Dat betekent, dat de hypothese moet worden aangenomen. Op basis van deze data kan echter niet geconcludeerd worden dat een individuele leerling die goed staat voor talen ook goed zal scoren op systematische naamgeving. Daarnaast is het nog niet duidelijk wat de oorzaak is van het slechte scoren op gebied van systematische naamgeving. Er bestaat de mogelijkheid dat de leerlingen die slecht scoren op systematische naamgeving en talen minder hard werken of lagere cognitieve capaciteiten hebben dan leerlingen die goed scoren op beide onderdelen. Aangezien een onderdeel van het verwerven van taal “oefenen” is, zullen leerlingen die hard werken, en dus veel oefenen in het voordeel zijn.

Om tot een aanbeveling te kunnen komen hoe de resultaten op het gebied van systematische naamgeving verbeterd kunnen worden, moet verder worden gekeken waar de oorzaak precies ligt.

Om het probleem verder te definiëren kan kwalitatief onderzoek worden gedaan. Daarom begint de tweede cyclus met een vraagstelling om het probleem scherper in beeld te krijgen.

## Cyclus 2

### Stap 2: Vraagstelling

Zoals bij hypothese 1 staat vermeld, is het bij het aanleren van een taal belangrijk om in elk geval de volgende onderdelen te incorporeren:

1. Idioom tot zich nemen;
2. Syntax presenteren;
3. Syntax in combinatie met idioom oefenen in een gestandaardiseerde omgeving;
4. Toepassen van het geleerde in een “vrije situatie”.

Zoals gezegd vertaalt zich dat bij scheikunde naar het uit het hoofd leren van karakteristieke groepen, de syntax met het plaatsnummer en de plek in de systematische naam, het oefenen in een gestandaardiseerde omgeving en met het maken van oefenopgaven. Verder kan het toepassen van de geleerde taal in een vrije situatie vergeleken worden met de kennis over het opstellen van een systematische naam van een molecuul of het maken van een structuurformule op basis van systematische naam toepassen in een proefwerksituatie. Om het geleerde dus goed toe te kunnen passen op een proefwerk, moet er structureel geoefend worden. Katz zag in 1996 ook al dat het enthousiasme waarmee docenten scheikunde onderwijzen, in schril contrast staat met de manier waarop leerlingen de stof tot zich nemen. In zijn artikel heeft hij onder andere gekeken naar het betekenisvol leren van leerlingen binnen de scheikunde. Ook heeft hij gekeken naar de rol van de docent in het proces.

Vandaar dat de vraagstelling luidt: *Wat vinden de leerlingen die slecht scoren op het onderdeel systematische naamgeving van het onderwijs over dat onderwerp? Vinden de leerlingen dat ze voldoende hebben geoefend? Wat vinden de docenten die dit onderwerp onderwijzen van het onderwijs, de gebruikte methode en de inzet van de leerlingen?*

## Methode

### Stap 3: Data verzamelen

Om de vraagstelling te kunnen beantwoorden zullen 4 leerlingen die slecht scoren op het onderdeel systematische naamgeving worden uitgenodigd voor een interview. Door middel van het interview met leerlingen en met de docent(en) van de betreffende leerlingen, wordt getracht inzicht te krijgen op de manier waarop de leerling de stof heeft geoefend, hoe structureel er is geoefend, of de docent goed heeft uitgelegd en waar de leerlingen zelf denken dat het niet goed is gegaan. De docenten wordt gevraagd waar zij denken dat de oorzaak is van de slechte scores liggen, de kwaliteit van de gebruikte methode met betrekking tot systematische naamgeving en het gebruik van BiNaS. Het interview omvat de interviewvragen zoals in Bijlage I weergegeven.

Aangezien de ouders geen toestemming hebben gegeven voor het verlenen van medewerking aan interviews en onderzoeken in het algemeen, zijn de ouders van de betreffende leerlingen via een bericht in SOMToday op de hoogte gesteld van het voornemen om het interview bij hun zoon/dochter af te nemen. Ouders zijn gevraagd te reageren als ze niet akkoord zijn met deelname van zoon of dochter aan het interview. Na het verstrijken van de deadline voor reactie, worden de leerlingen uitgenodigd.

Voor het interview bij deze leerlingen wordt afgenomen, wordt het interview getest op één leerling. Deze resultaten zijn ook in dit verslag verwerkt omdat bleek dat geen aanpassingen aan het interview nodig waren. Geluidsopnames van de interviews zijn gemaakt met een mobiele telefoon, zodat het

interview kan worden uitgewerkt. Het uitwerken van de interviews heeft binnen 24 uur na het afnemen van het interview plaatsgevonden.

Aan het begin van het interview wordt de leerlingen nogmaals verteld dat het interview betrekking heeft op het verbeteren van het onderwijs over het onderwerp systematische naamgeving. Tevens wordt er verteld dat er een geluidsopname wordt gemaakt, dat ze op elk moment mogen stoppen met het interview zonder opgave van redenen en dat de leerling niet wordt beoordeeld op dit interview. Ook wordt aangegeven dat er in het verslag dat gemaakt zal worden geen citaten van de leerling zullen worden opgenomen, tenzij daar expliciet toestemming voor is gevraagd.

De geschatte tijdsduur voor elk interview is 15 minuten.

De beoogde leerlingen voor dit interview zijn leerlingen uit het huidige 4 vwo cohort die niet voldoende hebben gescoord op het onderdeel systematische naamgeving.

## Stap 4: Controle kwaliteit verzamelde data

### Betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid van het kwalitatieve onderzoek is als volgt beoordeeld.

1. *Volledigheid en fouten.* In totaal zijn er 6 interviews afgenomen, 4 interviews met leerlingen en 2 interviews met docenten. Eén van de leerlingen is de gemaakte afspraak tot twee keer toe vergeten. Daarom is een andere leerling uitgenodigd voor een interview. Verder zijn alle vragen uit de interviewleidraad leerling en uit de interviewleidraad docent gesteld aan de betreffende persoon.
2. *Selectie respondenten.* Er is geprobeerd om leerlingen uit alle scheikundeklassen van dit jaar te interviewen. Helaas bleek het rooster technisch niet mogelijk om leerlingen uit een van de klassen te interviewen. De leerlingen zijn dus afkomstig uit twee scheikunde clusters. Alle geïnterviewde leerlingen hebben onvoldoende gescoord op het onderdeel naamgeving. In plaats van een man/vrouw verhouding van 2:2 is uiteindelijk een verhouding van 1:3 verkregen doordat de tweede mannelijke respondent niet is komen opdagen.
3. *Instrument.* De vragen uit de interviewleidraad zijn getest in een proefinterview met een leerling. Hieruit bleek dat de vragen duidelijk en helder waren.
4. *Afnamewijze.* De interviews zijn afgenomen onder rustige omstandigheden zonder verstoringen.

### Validiteit

1. *Data sluiten aan op de vraagstelling.* De vragen die gesteld zijn aan de leerlingen en docenten hebben betrekking op redenen waarom zij denken dat ze/de leerlingen slecht gescoord hebben op het onderdeel systematische naamgeving.
2. *Recentheid.* Leerlingen uit de huidige scheikunde 4 vwo clusters (cohort 2015-2016) zijn geïnterviewd, omdat zij het PTA nog redelijk recent gemaakt hebben.

Dit betekent dat de data aan de kwaliteitscriteria voldoet. Derhalve mag doorgedaan worden met stap 5.

## Stap 5: Data Analyse

Voordat de data gecodeerd zijn, zijn alle interview uitwerkingen doorgenomen. Opvallend was, dat geen van de leerlingen zegt bekend te zijn met het digitale boek. Alle leerlingen vinden wel dat de docenten goed uitleggen. Vaak geven leerlingen aan dat er niet structureel huiswerk wordt gemaakt na elke les, en dat ze veel vertrouwen op BiNaS. Er is één leerling die nooit leert voor scheikundeproefwerken.

Beide docenten zijn ook eensgezind in eigen verbeterpunten, een van de genoemde verbeterpunten dat door beide docenten is genoemd is het inzetten van formatief toetsen. De docenten geven beide als een van de mogelijke oorzaken aan dat leerlingen te weinig oefenen.

## Data coderen

De interviews zijn allemaal uitgewerkt. Vervolgens zijn de transcripten van de interviews geanalyseerd. Voor deze analyse is gebruik gemaakt van een codeerschema dat is opgesteld voor afname van de interviews, en aangepast is na het afnemen van de interviews, met daarin thema's en sub-thema's. De gebruikte codeerschema's voor leerlingen en docenten zijn gebaseerd op de interviewvragen en staan weergegeven in tabel 6 en 7.

Tabel 6 Codeerschema interviews leerlingen.

Thema	Sub-thema
Waardoor denk jij dat je niet goed gescoord hebt?	n.v.t.
Docent	Uitleg
Wat had je zelf anders kunnen doen?	Gebruik antwoordenboek
	Oefenen
Is het nut van systematische naamgeving bekend?	n.v.t.
Is dat in de les aan bod gekomen?	n.v.t.
Hoeveel heb je geoefend?	Wekelijks
Op welke manier oefen je?	Gebruik antwoordenboek
	Gebruik BiNaS
	Gebruik digitale boek
Wat vind je van het digitale boek?	n.v.t.

Tabel 7 Codeerschema interviews docenten.

Thema	Sub-thema's
Waarom scoren leerling slecht volgens jou?	Voldoende oefening?
	Bèta-oriëntatie
	BiNaS
Wat kunnen Leerlingen anders doen?	Oefenen
Moet de methode worden aangepast?	Is de methode duidelijk?
	Moet de methode paragrafen opsplitsen?
Wat kun je zelf veranderen?	n.v.t.

## Data samenvatten

Van de gecodeerde data is een samenvatting gemaakt voor zowel de leerlingen als de docenten. De samenvatting van de gecodeerde data voor leerlingen is te zien in tabel 8. De samengevatte data zoals gemaakt voor de docenten is te vinden in tabel 9.

Tabel 8 Samenvatting leerlingen (tabel loopt verder op de volgende bladzijde).

<b>Thema</b>	<b>Sub-thema</b>	<b>Samenvatting</b>
<b>Waardoor denk jij dat je niet goed gescoord hebt?</b>		Een tweetal leerlingen geeft aan dat meerdere lessen gemist zijn. Eén leerling door schoolactiviteiten, de andere door privéomstandigheden. leerling geeft aan last te hebben Eén van faalangst, één leerling geeft aan dat de PTA's te weinig lijken op de opdrachten in het boek. Eén leerling geeft aan niet geleerd te hebben voor het PTA.
<b>Docent</b>	Uitleg	Alle leerlingen geven aan dat hun docent goede uitleg geeft. Twee leerlingen geven aan dat het onrustig was in de klas. Eén leerling gaf aan dat het oefen-PTA duidelijker uitgewerkt had moeten worden.
<b>Wat had je zelf anders kunnen doen?</b>	Gebruik antwoordenboek	Alle leerlingen geven aan dat ze het antwoordenboek nodig hebben om de opgaven te kunnen begrijpen, en derhalve niet zonder kunnen.
	Oefenen	Twee leerlingen geven aan dat ze niets anders hadden kunnen doen. Eén leerling geeft aan dat opletten had geholpen. Eén leerling geeft aan dat ze hulp had moeten vragen. Alle leerlingen geven aan dat ze meer hadden moeten oefenen.
<b>Is het nut van systematische naamgeving bekend?</b>		Bij alle geïnterviewde leerlingen bleek het nut van systematische naamgeving enigszins bekend.
<b>Is dat in de les aan bod gekomen?</b>		Op één na gaven de leerlingen aan dat het nut van systematische naamgeving aan bod is gekomen tijdens de les. Een andere leerling gaf aan dat het niet in de les behandeld is, maar dat het ook kan zijn dat de gemiste lessen daar de oorzaak van zijn.

Vervolg tabel 8

Thema	Sub-thema	Samenvatting
<b>Hoeveel heb je geoefend?</b>	Wekelijks	Drie van de vier leerlingen geven aan ongeveer één keer per week huiswerk te maken, maar dan worden niet alle opgaven gemaakt. Eén leerling geeft aan heel ver achter te liggen met huiswerk.
<b>Op welke manier oefen je?</b>	Gebruik antwoordenboek	De leerlingen geven stuk voor stuk aan het antwoordenboek te gebruiken ter controle van het antwoord. Ze geven echter ook aan het antwoordenboek te gebruiken als ze niet uit opgaven komen. Leerlingen verwachten op die manier wel uit andere opgaven te komen.
	Gebruik BiNaS	Eén leerling geeft aan dat alle karakteristieke groepen bekend waren voor het PTA. De andere leerlingen hadden BiNaS nodig voor het opzoeken van de karakteristieke groepen. Eén leerling gaf aan dat BiNaS onbegrijpelijk was.
	Gebruik digitale boek	Alle geïnterviewde leerlingen geven aan dat ze het digitale boek niet kennen, en dat de docent hier geen aandacht aan heeft besteed.
<b>Wat vind je van het digitale boek?</b>		Alle leerlingen hebben aangegeven het digitale boek niet te kennen. Ook geven alle leerlingen aan dat de docent hier geen aandacht aan heeft besteed.

Tabel 9 Samenvatting gecodeerde data docenten.

Thema	Sub-thema's	Samenvatting
<b>Waarom scoren leerling slecht volgens jou?</b>	Voldoende oefening?	Beide geïnterviewde docenten geven aan dat de leerlingen structureel te weinig oefenen.
	Bèta-oriëntatie	Eén van de docenten geeft aan dat de leerlingen die sterk bèta-georiënteerd zijn, slecht zijn in het leren van rijtjes, en daardoor niet uit de naamgeving komen.
	BiNaS	Beide docenten geven aan dat leerlingen teveel op BiNaS vertrouwen.
<b>Wat kunnen Leerlingen anders doen?</b>	Oefenen	Beide docenten geven aan dat de leerlingen meer moeten oefenen. Eén van de docenten geeft aan dat sommige leerlingen <i>anders</i> moeten oefenen.
<b>Moet de methode worden aangepast?</b>	Is de methode duidelijk?	Beide docenten zijn tevreden over de manier waarop systematische naamgeving in de les wordt behandeld.
	Moet de methode paragrafen opsplitsen?	Beide docenten zouden voor opsplitsing van paragrafen zijn. Ze geven echter ook aan dat de docent dat prima zelf kan doen. De methode hoeft wat hun betreft dus niet aangepast te worden.
<b>Wat kun je zelf veranderen?</b>		Beide docenten geven aan dat ze te weinig tijd hebben. Als ze meer tijd zouden hebben, zouden paragrafen worden opgesplitst in kleinere stukken, zouden meer en complexere oefenopgaven op het bord worden voorgedaan, en zou formatief toetsen structureler kunnen worden ingezet. Zeker voor dit hoofdstuk achten de docenten formatief toetsen van belang.

## Stap 6: Interpretatie en conclusie

Opvallend is dat de docenten en de leerlingen vrij eensgezind zijn. Ze geven beide aan dat er te weinig wordt geoefend. De leerlingen geven allemaal aan dat ze niet na elke les huiswerk maken. Eén keer per week huiswerk maken, en dan niet alle opgaven, draagt zeker bij dit onderwerp niet bij aan een goed begrip van de stof. Een van de leerlingen gaf het volgende aan over haar huiswerk: *"...maar ik liep ver achter."* Elke karakteristieke groep moet tijdens en na de les worden geoefend om de karakteristieke groep daadwerkelijk in een structuurformule te kunnen hanteren. De leerlingen, op één na, geven aan vooral vlak voor het PTA hard te leren. De leerling die aangaf dat niet te doen, leert in het geheel niet, omdat de leerling dat tot nu toe niet vertaald zag in

onvoldoendes *“Ja, zeg maar voor scheikunde heb ik nooit echt iets geleerd. Als ik het dan niet snap, dan kon ik me dat wel veroorloven.”*. Eén van de docenten merkte op *“...en dan komen ze aan het eind erachter dat het allemaal heel veel op elkaar lijkt, en dan komen ze in de war.”* De leerlingen merken dit zelf ook. Op één leerling na hebben de geïnterviewde leerlingen BiNaS nodig om de karakteristieke groepen tijdens het PTA te kunnen gebruiken. De docenten merken dit enorme vertrouwen op BiNaS ook, één van hen geeft aan *“Ze vertrouwen teveel op BiNas. En dan komen ze in de toets in tijdnood, want dan zoeken ze teveel op.”*

De leerlingen geven allemaal aan het antwoordenboek te gebruiken ter controle, maar gebruiken het antwoordenboek ook, of eigenlijk vooral, als ze een opgave niet (denken te) begrijpen. Het antwoordenboek wordt dan gepakt om er achter te komen hoe een opgave werkt, in plaats van zelfstandig opgaven proberen op te lossen. Eén van de leerlingen zegt hierover *“Ik gebruik het [antwoordenboek] meestal als ik huiswerk aan het maken ben, en ik weet het niet, dan zoek ik het op en dan kijk ik hoe zij antwoord hebben gegeven, en dan .... Daarvan leer ik wat ik moet doen met dat soort opgaven.”* De leerlingen zien niet in dat het gebruik van het antwoordenboek tegen hen kan werken, doordat ze zichzelf niet dwingen om na te denken over de opgaven die ze moeten maken. Het probleem van het in het bezit hebben van een antwoordenboek door de leerlingen wordt wel onderkend door de docenten. Deze zien op dit moment echter niet hoe het antwoordenboek bij de leerling weg te halen is, omdat zij dan de verantwoordelijkheid voor deze antwoordenboekjes dragen.

Bij de scheikunde methode die op het Bonhoeffer College Van der Waalslaan gebruikt wordt, Chemie Overal, hoort een digitale methode. Bij deze digitale methode zitten extra oefenopgaven, filmpjes, bij elke paragraaf extra opgaven en ter afsluiting van elk hoofdstuk een digitale toets. Met deze toets kunnen de leerlingen een redelijke inschatting maken van hun eigen niveau. Het grote voordeel van het gebruik van het digitale boek is bij de leerlingen helemaal niet bekend. Het feit dat er een digitaal boek is, is voor hen een verrassing. Het bijzondere is, dat één van de docenten, die in de eerste periode twee klassen had zegt *“Die digitale methode is hartstikke mooi. In de eerste periode heb ik het er elke les over. Ik laat het ze elke keer zien.”* Blijkbaar wordt er vrij veel aandacht aan de digitale methode besteed, maar komt het bij de leerlingen niet over. Een docent zegt over het antwoordenboek zelfs dat het een van de oorzaken is dat leerlingen niet meer met het materiaal dat digitaal beschikbaar is werken *“Ik krijg ze niet naar het digitale boek. Behalve toen we nog geen antwoordboekjes hadden...”*. Het in het bezit hebben van de antwoordenboekjes door leerlingen lijkt dus op twee fronten nadelig te werken.

De docenten geven ook aan, dat het eigen onderwijs verbeterd kan worden. Bijvoorbeeld door het inzetten van formatief toetsen (Van der Kleij, Vermeulen, Schildkamp & Eggen, 2015) tijdens de les. Dat gebeurt, zeker op dit moment, nog niet voldoende. Bij uitzondering wordt geprobeerd assessment for learning in de klas toe te passen. De docent die dat wilde doen, ervaarde te weinig tijd, zoals hij zelf zei: *“Diagnostisch he. Maar daar heb je meestal ook geen tijd voor.... Dat kun je heel mooi doen voor de naamgeving. Dat heb ik voor 5 havo nog gedaan.”*

De methode wordt door de docenten als goed beoordeeld. Wel vinden ze sommige paragrafen te lang, maar ze zijn prima in staat om die zelf op te knippen en hanteerbaar te maken voor de leerlingen. Wel voelen ze het aantal contacturen hierbij als een cruciale belemmering om dat op voldoende manier uit te voeren. Eén docent zegt hierover: *“Ik heb te weinig contact tijd. Ik zou die paragrafen graag willen splitsen.”*

De leerlingen kennen allemaal het nut van systematische naamgeving in meer of mindere mate, al wordt het vaak nogal onduidelijk door hen geformuleerd, bijvoorbeeld: *“...Zodat je euh, dat kan communiceren. Zodat je dat zeg maar kan herkennen dat je netjes kan opschrijven en dat je niet door elkaar gaat halen.”*. Ook geven de leerlingen aan dat het in de les naar voren is gekomen. Wel wordt door één leerling aangehaald dat de docent alles als heel belangrijk bestempelt, en dat ze daardoor niet meer ziet wat nu echt belangrijk is. Zelf zegt zij hierover: *“Ja, hij omschrijft het nut vaak heel belangrijk. Maar zeg maar ik kan ondertussen niet meer uithalen wat heel belangrijk is, want ondertussen is alles belangrijk.”*. De vraag die dan rijst is of het nut van het kennen van systematische



naamgeving echt voldoende aan bod is gekomen, of dat de manier waarop dit gebeurt meer aandacht verdient. Om betekenisvol te kunnen leren is dit echter wel van belang.

De uitleg van de docenten wordt in alle gevallen als goed bestempeld. Twee leerlingen geven aan dat ze een aantal lessen hebben gemist bij dit hoofdstuk, waardoor een deel van de uitleg hen ontgaan is. Eén van deze leerlingen heeft lessen gemist door schoolactiviteiten. Twee leerlingen geven aan dat ze het onrustig vonden in de klas, en dat dit niet bijdroeg aan hun begrip.

Twee leerlingen geven ook aan dat het niveau van dit hoofdstuk voor hen te hoog was. Een van hen geeft aan dat ze moeilijk zaken die voor haar geen logica hebben uit haar hoofd leert. Zelf zegt zij hierover: “...Voor mij zelf [was het] wel [te moeilijk]. Maar ik ben hier dus niet goed in.” De tweede leerling gaf aan last te hebben van faalangst.

Twee leerlingen geven in eerste instantie aan dat ze niets anders hadden kunnen doen. Eén leerling geeft aan dat ze hulp had moeten vragen, één leerling geeft aan dat ze had moeten opletten in de les. Uiteindelijk geven alle leerlingen aan dat ze meer hadden moeten oefenen.

## Conclusie

De vraagstelling waar deze tweede cyclus mee is begonnen is de volgende:

“Wat vinden de leerlingen die slecht scoren op het onderdeel systematische naamgeving van het onderwijs over dat onderwerp, en vinden ze dat ze voldoende hebben geoefend? Wat vinden de docenten die dit onderwerp onderwijzen van het onderwijs, de gebruikte methode en de inzet van de leerlingen?”

Over het algemeen zijn de leerlingen tevreden over het onderwijs. De leerlingen vinden allemaal dat de verschillende docenten goed uitleggen. Ook geven ze aan dat het nut van systematische naamgeving voldoende aan bod is gekomen. Twee leerlingen gaven aan dat er wat onrust was in de klas, en dat ze dat niet fijn vinden. Eén leerling noemt met nadruk dat het een onduidelijk boek is. De leerlingen zelf geven allemaal aan dat er niet voldoende en niet structureel geoefend is. Dit wordt door de docenten bevestigd.

De docenten vinden dat ze structureel te weinig tijd hebben om de stof over te brengen. Ze zijn eensgezind over het feit dat de leerlingen te weinig of verkeerd oefenen. Ze zijn eensgezind in het feit dat ze lange paragrafen graag zouden opsplitsen en het meer in willen zetten van assessment for learning.

Opvallend en belangrijk is, is dat leerlingen en docenten eigenlijk vrij eensgezind zijn over de oorzaak van het slecht scoren van een groot deel van de leerling, en dat is het gebrek aan oefening of verkeerde oefening. Hier ligt een (deel) van de oplossing van het probleem. Het inzetten van formatief toetsen in de les kan ervoor zorgen, dat leerlingen de mogelijkheid hebben om op het PTA gelijkende oefenvragen te maken, zonder de uitwerking erbij. Hierdoor worden ze gedwongen om *zelf* na te denken over het probleem, en heeft de leerling evenals de docent inzicht in waar de leerling staat. Een ander punt is BiNaS. Door de leerling vanaf het begin van de periode duidelijk te maken dat BiNaS niet is toegestaan tijdens het PTA, wordt er voor gezorgd dat de leerling ook niet gaat vertrouwen op het feit dat alles kan worden opgezocht. Gevolg hiervan is dat de leerling gedwongen wordt om zaken te oefenen en te memoriseren.

Als laatste is het zaak om duidelijk aan te geven wat belangrijk is in een les, oftewel een lesdoel duidelijk formuleren. Tevens betekent dit dat aan het begin van een hoofdstuk de doelen voor dat betreffende hoofdstuk ook duidelijk naar de leerlingen moeten worden geformuleerd. Blijkbaar weten leerlingen wel ongeveer waarom naamgeving zo belangrijk is, maar precies kunnen zij dit niet omschrijven. Om betekenisvol te kunnen leren is het nodig dat de leerlingen snappen waarom ze dit doen. Dit is dus een aandachtspunt.

Hoewel de docenten veel aandacht besteden aan het digitale boek, kennen de leerlingen het geen van allen. De docenten geven echter aan dat het digitale materiaal, oefeningen en oefentoetsen erg nuttig zijn. Doordat de leerlingen een uitwerkingenboekje hebben, ervaren zij geen noodzaak meer om naar de digitale methode te gaan. Door de uitwerkingenboekjes in te nemen, bereikt men twee

zaken. In de eerste plaats zullen leerlingen gedwongen worden om opgaven te proberen uit te werken in plaats van naar het uitwerkingenboekje te grijpen, en in de tweede plaats zullen ze weer naar de digitale methode gaan, omdat ze daar de uitwerkingen wel kunnen vinden.

## Stap 7: Aanbevolen maatregelen

Omdat docenten en leerlingen antwoorden geven die naar eenzelfde oorzaak leiden, is na goed overleg binnen de sectie besloten de volgende maatregelen met ingang van schooljaar 2016-2017 in te zetten.

1. Assessment for learning structureel plaats geven in de les. Assessment for learning (William, D., 2011) houdt in dat de docent en de leerling informatie krijgen over de mate van leerstof beheersing. Deze informatie kan worden gebruikt om het leerproces bij te sturen daar waar nodig. Dit is een strategie die meer tijd vergt van een docent, maar wel een die het leerresultaat van de leerlingen erg positief kan beïnvloeden. Hierbij kan aan verschillende manieren van formatief toetsen worden gedacht. Een voorbeeld dat besproken is, is het individueel laten maken van een aantal door de docent bedachte opgaven. Hiervoor kunnen de tafels uit elkaar gezet worden. Na een vooraf bepaalde tijd mogen de leerlingen weer naast elkaar zitten en vervolgens hun eigen werk met dat van de buurman/buurvrouw vergelijken. Dit is een voorbeeld van Peer-assessment. Ook zullen Kahoot quizzen, of vergelijkbare interactieve methodes, worden ingezet als assessment for learning tool. Als in een Kahoot quiz een vraag door een groot deel van de leerlingen fout wordt beantwoord, dan kan er direct feedback worden gegeven. Ook kunnen misconcepties direct worden ondervangen en rechtgezet worden. Elke les zal in principe worden beëindigd met een exit-vraag. Deze exit-vraag kan op het proces gericht zijn, maar ook op de inhoud van de les. Bij systematische naamgeving wordt bijvoorbeeld gedacht aan het eindigen van een les met een vraag om een structuurformule in een systematische naam om te zetten, of een systematische naam in een structuurformule. De docent kan na de les direct zien hoeveel van de leerlingen de vraag goed hebben gemaakt, en waar de fouten zitten. De docent zal bij de start van de volgende les refereren aan de in de vorige les gemaakte exit-vraag.
2. De leerlingen worden verplicht de digitale oefentoets aan het eind van het hoofdstuk laten maken. De docent kan digitaal volgen welke leerling de toets maakt, en met welk resultaat. Buiten het feit dat dit de docent én leerling inzicht geeft in de kennis en kunde van de leerling, heeft de leerling hierbij ook weer extra oefening te pakken. Doordat de leerling direct feedback krijgt op de gemaakte toets, is de leerling waarschijnlijk ook eerder geneigd om het oefenmateriaal dat bij de digitale methode zit te gaan gebruiken.
3. De beslissing is genomen om het gebruik van BiNaS bij het PTA over systematische naamgeving niet toe te staan, en dit aan het begin van de periode aankondigen. Hierdoor wordt ervoor gezorgd dat de leerlingen de groepen beter uit hun hoofd leren. Dit komt de hoeveelheid oefening én de werksnelheid op het PTA ten goede;
4. Aan het begin van het hoofdstuk over systematische naamgeving, zal een overzichtsveld worden uitgedeeld waarin de leerling elke nieuwe karakteristieke groep kan invullen met voor- en achtervoegsel. Op deze manier creëert de leerling zelf een overzichtelijke samenvatting van de karakteristieke groepen die beheerst moeten worden. ;
5. De stof meer betekenis te geven door duidelijker het nut van systematische naamgeving uit te leggen aan het begin van het hoofdstuk.

Er mag verwacht worden dat door het toepassen van bovenstaande maatregelen komend jaar al een sterke verbetering van de resultaten op het onderdeel systematische naamgeving bereikt kan worden.

Het duidelijker aangeven wat het nut van systematische naamgeving is, draagt bij aan betekenisvol leren. Katz beschreef in 1996 zijn methode Student Directed Learning (SDL) voor het onderwijzen van organische chemie. Binnen deze methode wordt van een docent de volgende zaken verwacht:

1. Het begrijpen van de rol die emoties spelen bij het leerproces;
2. Ondersteuning en stimulans bieden aan leerlingen die moeite hebben met de stof;

3. Het structureren van cursusmateriaal zodat het toegankelijk en relevant is voor leerlingen. Aangezien ook in dit korte onderzoek bleek dat het gebruikte cursusmateriaal, hoewel de docenten er tevreden over zijn, niet adequaat is voor alle leerlingen. Zal een deel van het materiaal beter gestructureerd moeten worden.

Qua lesmateriaal verwijst Katz naar wat concept-context chemie zijn gaan noemen. Zorg ervoor dat de stof betekenis krijgt door het in de context te presenteren. De systematische naamgeving kan bijvoorbeeld ondergebracht worden bij medicijnontwikkeling. Ook beschrijft hij in zijn artikel het nut van assessment for learning in de klas. Dit, omdat de docent op relatief eenvoudige wijze te weten komt waar de klas staat, en de leerling weet beter waar hij staat, welke stof moet nog extra bestudeerd en geoefend worden, welke stof wordt al beheerst.

In zijn artikel geeft Katz ook aan dat een gemiddeld tekstboek veel te weinig voorbeelden biedt, hetgeen overeenkomt met de opmerking van één van de docenten met betrekking tot het voordoen van voorbeelden op het bord. Binnen de les opgezet met de SDL methode, mogen geselecteerde leerlingen aan het begin van de les een aantal vragen op kleine kaartjes schrijven. Deze vragen worden aan het begin van de les behandeld. De leerlingen krijgen binnen het model controle over hun leerproces door het mee mogen beslissen over de waarde die bepaalde (tussentijdse)-toetsen, practica en leestesten krijgen. Dit alles zorgt voor structurele verbetering van het onderwijs in systematische naamgeving aldus Katz.

## Stap 8: Evaluatie

De te treffen maatregelen zullen effectief worden in schooljaar 2016-2017. Een aantal van de te nemen maatregelen zal breder worden ingezet dan alleen op het onderdeel systematische naamgeving, denk daarbij aan het inzetten van formatief toetsen, het verplicht stellen van het maken van de digitale oefentoets en het duidelijker en explicieter aandacht besteden aan het doel van een hoofdstuk en het lesdoel. De maatregelen zoals het toetsen zonder BiNaS, het uitdelen van een overzichtsveld zullen specifiek zijn voor het onderdeel systematische naamgeving.

Om een goede evaluatie uit te kunnen voeren in het schooljaar 2016-2017 zijn twee dingen belangrijk. Namelijk proces- en effectevaluatie. De procesevaluatie kan gedurende het jaar plaats vinden. Hierbij moet worden gelet op de volgende punten:

1. Hoe worden de maatregelen uitgevoerd? Worden bijvoorbeeld elke les exit-vragen gebruikt? Hoe vaak worden de toetsen met peer-review ingezet? Hoeveel leerlingen maken de digitale toets?
2. Hoe ervaren de docenten de getroffen maatregelen? Kosten de getroffen maatregelen veel tijd? Worden de getroffen maatregelen als zinvol ervaren?
3. Hoe ervaren de leerlingen de getroffen maatregelen? Wat vinden ze van de exit-vragen, het overzichtsveld, het niet gebruiken van BiNaS, en de digitale toetsen?

Voordat het proces geëvalueerd wordt, zullen de docenten binnen de scheikundesectie moeten bepalen wanneer de gewenste situatie bereikt is, oftewel met welke resultaten men tevreden is.

Om het proces te evalueren kunnen weer vragenlijsten bij leerlingen en docenten worden afgenomen om te kijken hoe het onderwijs met betrekking tot systematische naamgeving er voorstaat. Van de behaalde resultaten en interviews kan weer een rapport worden opgesteld, om zo zicht te houden op de problemen die er lagen, de acties die zijn ondernomen, en de gevonden resultaten.

Bij de effectevaluatie moet worden gekeken of de genomen maatregelen de oorzaken van het probleem hebben weggenomen. Voor deze evaluatie moet men de behaalde scores op het onderdeel systematische naamgeving af zetten tegen het maximaal aantal te behalen punten. De leerlingen die meer dan 55% van het totaal aantal te behalen punten op systematische naamgeving hebben behaald mogen worden beschouwd als leerlingen die goed scoren.

Mochten de genomen maatregelen het beoogde effect hebben gehad, en de leerlingen hebben dus beter gescoord, dan is het belangrijk dat dit ook formeel- of informeel gedeeld wordt met collega-docenten buiten de scheikunde sectie. Op deze manier krijgen ook zij een beeld van de genomen

maatregelen, en de effecten die die maatregelen te weeg hebben gebracht, en misschien vooral: de manier waarop het proces dat heeft geleid tot de verbeterde resultaten plaats heeft gevonden.

## Bronnen

Boekaerts, M (2002). *Motivation to learn. Educational Practices Series (10)*. Geneva, Zwitserland: International Academy of Education (IAE), Brussels, Belgium & International Bureau of Education (IBE).

Brecher, J. (1999). Name=struct: A practical approach to the sorry state of real-life chemical nomenclature. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 39(6), 943-950.

Chemie Overal, Leerjaar 3-6 havo en vwo, Noordhoff Uitgevers, Groningen, 2004.

Ellis, R. (2002). Does form-focused instruction affect the acquisition of implicit knowledge? *Studies in Second Language Acquisition* 24 (2): 223–236.

Flynn, A.B., Caron, J., Laroche, J., Daviau-Duguay, M., Marcoux, C. & Richard, G. (2014). Nomenclature101.com: A Free, Student-Driven Organic Chemistry Nomenclature Learning Tool. *Journal of Chemical Education*, 91(11), 1855-1859.

Hrin, T.N., Milenković, D.D. & Segedinac, M.D. (2016). The effect of systemic synthesis questions [SSynQs] on students' performance and meaningful learning in secondary organic chemistry teaching. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(5), 805-824.

Katz, M. (1996). Teaching organic chemistry via student-directed learning: A technique that promotes independence and responsibility in the student. *Journal of Chemical Education*, 73(5), 440-445.

Moreira, R.F. (2013). A Game for the Early and Rapid Assimilation of Organic Nomenclature. *Journal of Chemical Education*, 90(8), 1035-1037.

O'Dwyer, A. & Childs, P. (2011). *Second level Irish pupils' and teachers' view of difficulties in Organic Chemistry*. Paper presented at the Western Europe IOSTE Mini-Symposium-Science Education Research, Limerick, Ireland.

Profielkeuze, <https://vanderwaalslaan.bc-enschede.nl/over-locatie/documenten>. Geraadpleegd op 9 juni 2016.

PTA-boekje 4 vwo, schooljaar 2015-2016. <https://bc-enschede.nl/uploads/bhvdwl/Documenten/ptaboekje-4-vwo-1516.pdf> Geraadpleegd op 8 mei 2016.

Richards, J.C. & Rodgers, T.S., (2014). *Approaches and methods in language teaching* (2<sup>e</sup> ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Schildkamp, K., Handelzalts, A., Poortman, C.L. Leusink, H., Meerdink M., Smit, M., Ebbeler, J. & Hubers, (2014). M. *De datateam® methode: een concrete aanpak voor onderwijsverbetering*. Garant-Uitgevers Antwerpen – Apeldoorn.

Smith, D.K., (2011) From Crazy Chemist to Engaged Learners through education. *Nature Chemistry*, 3, 681-684.

Van de Grift, W (2007). Quality of teaching in four European countries: a review of the literature and application of an assessment instrument. *Educational Research*, 49(2), 127-152.

Van der Kleij, F.M., Vermeulen, J.A., Schildkamp, K. & Eggen, T.J.H.M. (2015). Integrated data-based decision making, Assessment for learning and diagnostic testing in formative assessment. *Assessment in Education: principles Policy & Practice*, 22(3), 324-343.

William, D. (2011). What is assessment for learning. *Studies in Educational Evaluation*, 37(1), 3-14.

# Bijlagen

## Bijlage 1. Interviewvragen

### Interviewvragen (leerling)

1. Waarom denk jij dat je onvoldoende hebt gescoord op systematische naamgeving?
2. Wat had jezelf anders kunnen doen om beter te scoren?
3. Wat had de docent anders kunnen doen?
4. Wat is volgens jou het nut van systematische naamgeving?
5. Is het nut van systematische naamgeving in de les aan bod gekomen?
6. Hoeveel heb je geoefend? (Bijvoorbeeld: na elke les, 1 keer per week, af en toe huiswerk gemaakt, of alleen vlak voor de PTA-toets)
7. Op welke manier oefen je? (*gebruik je het uitwerkingen boek bij je huiswerk?*)
8. Wat vind je van de oefeningen die bij het digitale boek horen?

### Interviewvragen (docent)

1. Waarom denk jij dat de leerlingen slecht scoren op het onderdeel systematische naamgeving?
2. Wat denk je dat de leerlingen anders kunnen/moeten doen om beter te scoren?
3. Wat zou er aan de methode veranderd moeten worden om er voor te zorgen dat de leerlingen beter scoren?
4. Wat zou je zelf anders kunnen doen om de leerlingen beter te laten scoren op het onderdeel systematische naamgeving?